



EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikainstituut

**Danno Nool**

## **GAASISEADME PAIGALDAMINE GAZ 21 MOOTORILE**

### **INSTALLING A GAS UNIT ON THE GAZ 21 ENGINE**

Tootmistehnika bakalaureusetöö

Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendajad: Keio Küüt, *MSc*

Arne Küüt, *PhD*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lõputöö	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		lühikokkuvõte	
Autor: Danno Nool		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Gaasiseadme paigaldamine GAZ 21 mootorile			
Lehekülgi: 36	Jooniseid: 12	Tabeleid: 2	Lisasid: 2
Osakond / Õppetool: Tehnikainstituut ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 4.14 T210 Juhendaja(d): Arne Küüt, Keio Küüt  Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2019			
Kütus aina kallineb ja Eesti keskmine autode vanus on umbes 12.a, siis üha enam peavad inimesed mõtlema alternatiivide peale. Teoreetilises osas on kirjeldatud heitgaaside kahjulikkust, LPG mootoreid ning erinevaid LPG seadmete põlvkondi. Töö eesmärk on paigaldada LPG gaasiseade GAZ 21 mootorile ning sellega tänu sellele anda teadmisi järgmistele üliõpilastele labortöö näol. Töö on praktiline. Labortöö on koostatud õppeaine autod ja traktoid ning lahendamiseks tootmistehnika üliõpilastele.			
Märksõnad: gaasiseade, heitgaasid, LPG, paigaldamine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bachelor's Thesis	
Author: Danno Nool		Curriculum: technique and technology	
Title: Installing a gas unit on the GAZ 21 engine			
Pages: 36	Figures: 12	Tables: 2	Appendixes: 2
Department / Chair: Institute of Technology Field of research and (CERC S) code: 4.14 T210 Supervisors: Keio Küüt, Arne Küüt Place and date: Tartu 2019			
Fuel is getting more expensive and the average age of Estonian cars is around 12 years, and more and more people have to think about alternatives. The theoretical part describes the harmfulness of the exhaust gases, the LPG engines and the different generations of LPG equipment. The aim of the work is to install the LPG gas unit on the GAZ 21 engine and thereby provide knowledge to the following students in the form of laboratory work. Work is practical. Laboratory work is compiled for the subject of cars and tractors and for solving production engineering students.			
Keywords: gas unit, exhaust, LPG, installation			

# SISUKORD

## Sisukord

LÜHIKOKKUVÕTE.....	2
ABSTRACT .....	3
SISUKORD .....	4
TÄHISED JA LÜHENDID .....	6
SISSEJUHATUS .....	7
1. GAASISEADMED JA HEITGAASID .....	8
1.1 LNG, CNG JA maagaasi võrdlus .....	8
1.2.LPG mootorid .....	9
1.2.1 Tööpõhimõte .....	9
1.2.2 LPG tähendus autode puhul .....	9
1.2.3 Ümberehitamine .....	9
1.2.4 LPG mootorite eelised .....	10
1.2.5 Erinevad kütusepaagid .....	10
1.2.6 Nelja tüüpi LPG sisselaskesüsteemid.....	10
<b>Aurustil ja segistil põhinev süsteem.....</b>	<b>11</b>
<b>Aurustunud gaasi sissepritse (VPI) .....</b>	<b>11</b>
<b>Vedela gaasi sissepritse (LPI) .....</b>	<b>11</b>
<b>Vedela gaasi otsene sissepritse (LPDI) .....</b>	<b>11</b>
1.3 Bensiinimootor vs LPG mootor .....	12
1.4 CNG autogaasi süsteem .....	12
1.4.1 Mõju jõudlusele.....	13
1.4.2 Mõju jooksvatele kuludele .....	14
1.5 Heitgaasid.....	14
1.5.1 Mootori tööst tingitud heitgaasid .....	14
1.5.2 Heitgaasi komponendid .....	15
1.5.3 Süsinikmonooksiidid (CO).....	16
1.5.4 Vesinikuühendid (HC).....	17
1.5.5 Lämmastikoksiidid (NOx).....	17

1.5.6 Tahked osakesed .....	18
1.5.7 Kahjulike ühendite vähendamine.....	18
1.6 Esimene põlvkond .....	19
1.6.1 Esimese põlvkonna gaasiseadme tööpõhimõtte kirjeldus .....	19
1.7 Teine põlvkond .....	20
1.7.1 Teise põlvkonna seadme tööpõhimõtte.....	21
1.8 Kolmas põlvkond .....	21
1.9 Neljas põlvkond .....	22
1.9.1 Neljanda põlvkonna tööpõhimõtte .....	22
1.10 Viies põlvkond .....	23
2. AUTOGAASISÜSTEEMI PAIGALDUS SAMM-SAMMULT .....	24
2.1 Põlvkond.....	24
2.2 Elektroonika .....	24
2.3 Reduktor.....	24
2.4 Kütusepihusti.....	25
2.5 Tarvikud .....	25
2.6 Kokkupanek.....	25
2.6 Gaasiseadme paigaldamine GAZ 21 mootorile .....	26
2.6.1 Vajalikud seadmed .....	26
KOKKUVÕTE .....	30
KASUTATUD KIRJANDUS.....	31
SUMMARY .....	32
LISAD .....	33
Joonestatud gaasiseadme plaat .....	34
Õppeaine Autod ja traktorid labortöö üliõpilastele .....	35

## TÄHISED JA LÜHENDID

CH	-	süsivesinik
CO	-	süsikoskiid
CO <sub>2</sub>	-	süsihappegaas
H <sub>2</sub> O	-	vesi
O <sub>2</sub>	-	hapnik
N <sub>2</sub>	-	lämmastik
CNG	-	kokku surutud naturaalne gaas
LPG	-	vedeltatud naftagaas
LNG	-	vedeldatud naturaalne gaas
BOG	-	looduslik aurustumine

## SISSEJUHATUS

Tänapäeva ühiskond muutub aina mugavamaks, soetatakse aina rohkem suuremaid ja mugavamaid autosid. Kuna autode heitgaasid on maailmas väga suur probleem ning kütusehind ainult kasvab, tuleb mõelda alternatiivide peale. Uued autod tehakse väikeste kuid võimsate mootoritega. Aina rohkem hakkavad inimesed mõtlema hübriid autode peale mis saastavad tunduvalt vähem keskkonda ning tarbivad vähem kütust.

Peale nende koguvad veel populaarsust alternatiivsed kütused, sealhulgas ka gaas. Gaasiseadmega autod sõitsid ringi juba nõukogude ajal. 2014. aastal sõitis gaasiga 750 000 autost ligi 2000. Kuna kütuseaktsiis oli sellel ajal veel madal, ei näinud inimesed mõtet gaasiseadme paigaldamiseks. Praeguseks ajaks on see number tunduvalt muutunud, kütus on kallis ning keskmine auto vanus on umbes 12. aastat. Mis tähendab, et autod ei ole sugugi ökonoomsed ning saastavad rohkem keskkonda. Tanklad hakkavad üha rohkem gaasi müüma ning paigaldatakse gaasitanklaid, kuna gaasiseadme paigaldamine ei ole sugugi kallis, siis üha rohkem inimesi hakkab selle peale mõtlema.

Lõputöö eesmärgiks on paigaldada LPG gaasiseade GAZ 21 mootorile, mis asub mootorite laboris. Lisaks sellele annab see tulevastele üliõpilastele ülevaade gaasiseadmest ja selle ehitusest ning ka paigaldusest läbi labortöö, mille autor on koostanud.

# 1. GAASISEADMED JA HEITGAASID

## 1.1 LNG, CNG JA maagaasi võrdlus

Nii nagu surumaagaas, põhineb vedeldatud maagaas ka metaanil. LNG ja CNG erinevus seisneb metaani erinevates hoiustamise tehnoloogiates.

**Tabel 2.** Erinevate gaaskütuste võrdlus [19]

	Maagaas	CNG	LNG
Kirjeldus	Rõhk 1-80 bar Temp. 5-15 °C Energiatihedus 1 v/v*	Rõhk 200-300 bar Temp. -30-50 °C Energiatihedus 200-300 v/v	Rõhk 1 bar Temp. -162 °C Energiatihedus 600 v/v
Eelised	Vajab minimaalset töötlemist ja rõhu tõstmist.	Energiatihedus kõrgem, kui maagaasil. CNG mahutid on odavamad, kui LNG-l. Puudub vajadus kriogeense veeldamise seadmeteks.	Kõige kõrgem energiasisaldus. Paindlik transport, mis ei sõltu maagaasi torujuhtmetest.
Puudused	Madal energiatihedus. Suurte vahemaade või suurte mahtude transport on kallis.	Tehnoloogiad on vähearenenud. Kõrgete rõhkude saavutamine seotud suurte kuludega.	Kõrged kulud veeldamisel ja taasgaasistamisel. BOG kaod LNG hoidmisel.

\* v/v – hoiustatava gaasi mahu ja hoiumahuti mahu suhe



Lisaks eelpool mainitutele põhinevad metaanil ka biometaan -BM ning seda kokku surudes saadav bioLNG või bioCNG. Nende peamine erinevus seisneb metaani saamise viisis. Nimest lähtuvalt siis biometaani toodetakse taastuvatest allikatest ning maagaas on fossiilset päritolu. [19]

## **1.2.LPG mootorid**

### **1.2.1 Tööpõhimõte**

LPG jõul töötav mootor on põhimõtteliselt samasugune nagu bensiinil töötav sise põlemismootor. Kaks peamist erinevust on kütus ning kütuse hoiu- ja sissepritsesüsteemides. Mootoriplokk, kolvid, süüteküünlad, süütesüsteem, määrdesüsteem ja elektriseadmed on aga samad. Kuna LPG oktaaniarv on üle 100, siis on seda võimalik kasutada peaaegu igas bensiinimootoris. LPG jõul töötab üleilmselt 25 miljonit autot. LPG sõidukid võivad olla algselt ühekütuselised mudelid või segakütuselised LPG jaoks ümberehitatud sõidukid, mis töötavad kas LPG (st autogaasi) või bensiini jõul. [15]

### **1.2.2 LPG tähendus autode puhul**

Autogaas on LPG sõidukite jaoks. LPG auto on sõiduk, mis töötab bensiini või diisli asemel LPG-ga. LPG autod võivad tulla otse tehasest või olla gaaskütuse jaoks ümberehitatud sõidukid. LPG-d võib kasutada kütuseks erinevates sõidukites, sealhulgas kergemates kaubaveokites ja autodes. Erinevates riikides võib LPG olla kas propaan, butaan või propaani ja butaani segu.[15]

### **1.2.3 Ümberehitamine**

Ümberehitatud auto all peetakse silmas tavalisele bensiinil töötavale sõidukile teise LPG kütusesüsteemi juurde lisamist. Peaaegu kõiki bensiinimootoriga töötavaid sõidukeid saab mõistliku hinnaga LPG süsteemi jaoks ümber ehitada. Need segakütuselised LPG süsteemid võimaldavad autol sõita kas LPG või bensiini jõul. Bensiinipaak jääb autosse alles, kuid juht saab vahetada gaaskütuse ja bensiini vahel. Enamasti paigaldatakse lüliti, mille abil saab juht

ise valida, kumba kütust kasutada. Kahe kütusepaagi abil võib sõita topelt kaugemale. Kui nii bensiini- kui gaaskütusepaak on täidetud, võib sõiduulatus olla 1000 km või rohkem. [15]

#### **1.2.4 LPG mootorite eelised**

1. LPG mootoritel on väiksemad jooksvad kulud.
  2. LPG kütus on enamasti odavam kui bensiin või diisel.
  3. Kuna LPG puhul ei ole mootoriõli ja süüteküünlaid nii tihti vaja vahetada, vähenevad ka hoolduskulud.
  4. Keskkonnasäästlikkusele aitavad kaasa mikroosakeste, CO<sub>2</sub> ja NO<sub>x</sub> vähenenud heitkogused.
  5. Üle 100 oktaaniarv võimaldab suuremat survet, mis omakorda parandab võimsust.
- [14,15]

#### **1.2.5 Erinevad kütusepaagid**

Kuna paljude uute bensiinimootorite kütusepaagid on valmistatud plastikust või komposiitmaterjalist, siis tänu autogaasi ohtlikkusele valmistatakse nende paake enamasti tugevast teraskiust. Teras on tavaliselt 3–6 mm paksune, olenevalt paagi disainist. LPG kütusepaak talub mitmekordset maksimaalset töösurvet. Need on aukude suhtes palju vastupidavamad ja suudavad taluda tugevamaid lööke kui tüüpiline bensiini- või diiselkütuse paak. Gaaskütuse paakide paigaldussüsteemid on samuti kavandatud nii, et paak ei nihkuks paigalt isegi 20 G löögi korral. Uued toroidsed LPG paagid on kompaktse ruumisäästva disainiga. Need on sõõrikukujulised ja paigaldatakse tagavararatta koopasse. Varuratas asendatakse aga hädajuhtumiteks väikese rehvipumpamise komplektiga. [15]

#### **1.2.6 Nelja tüüpi LPG sisselaskesüsteemid**

## **Aurustil ja segistil põhinev süsteem**

Aurustil ja segisti põhinevad süsteemid, mis võeti kasutusele mitu kümnendit tagasi, on vanimad ja laialt kasutuses veel praegugi. Vedel kütus aurustatakse gaasiks, mis seguneb seejärel õhuga ja liigub edasi sisselaskekollektorisse. [9,15]

## **Aurustunud gaasi sissepritse (VPI)**

VPI süsteemid kasutavad aurustil ja segistil põhinevat süsteemi. Gaas väljub rõhu all aurustist ning see pritsitakse sisselaskekollektorisse. Elektrooniliselt reguleeritud pihustid parandavad kütuse doseerimist mootoris, kütusesäästu ja võimsust ning vähendavad heitkoguseid. See on viimastel aastatel kõige levinum süsteem. [15]

## **Vedela gaasi sissepritse (LPI)**

LPI süsteemid pritsivad vedelikku otse sisselaskekollektorisse. Seal aurustub vedelik ilma aurustit kasutamata. Süsteem pumpab pihustite abil LPG vedelikku kõrge rõhu all paagist mootori sisselaskekollektorisse. Pihustid pritsivad LPG vedelikku kollektorisse. Seal aurustuv kütus jahtub maha ja suurendab kollektoris oleva õhu tihedust. See omakorda suurendab võimsust, parandab kütusesäästu ja põhjustab võrreldes VPI süsteemidega vähem heitkoguseid. [15]

## **Vedela gaasi otsene sissepritse (LPDI)**

LPDI süsteemid on kõige moodsamad. LPG vedelik pritsitakse otse põlemiskambrisse. Vedelik aurustub kohe ja jahutab surve all põlemiskambris olevat kütuse ja õhu segu. See parandab jõudlust ja vähendab heitkoguseid veelgi enam. Jahutusefekt suurendab kütuse ja õhu segu tihedust. Nii jääb töövõime ja jõumoment samaks, kuid CO<sub>2</sub> heitkogused on väiksemad. Jahutusefekt sarnaneb vahejahutusega turbomootoritega autodes kasutatavale süsteemile. Elektrooniline juhtseade (ECU) reguleerib vedeliku pihustite süsteemi erinevaid osi, sealjuures pihusteid. LPG pihustitel on signaal, mis optimeerib LPG sissepritse voolu ja ajastust. ECU kohandatakse vastavalt sõidukile ja mootorile. [15]

### **1.3 Bensiinimootor vs LPG mootor**

1. Bensiinimootori kütusekulu on LPG-ga võrreldes väiksem. LPG jõul töötava mootori kütusekulu suureneb 10% võrra võrreldes bensiinimootoriga.
2. Bensiinil on ebameeldiv või halb lõhn. LPG on lõhnatu, kuid lekete avastamiseks lisatakse juurde etüülmerkaptani, millel võib samuti olla ebameeldiv lõhn.
3. Bensiini oktaaniarv on 95. LPG oktaaniarv kõigub 99-102 vahel, mis on suurem kui bensiinil. Seega on sellel parem detonatsioonikindlus.
4. Võrreldes LPG mootoriga ei tööta bensiinimootor nii sujuvalt. Suurema oktaaniarvu tõttu töötavad parema detonatsioonikindlusega LPG mootorid sujuvamalt kui bensiinimootorid.
5. Bensiinimootorite oktaaniarvu suurendamiseks lisatakse juurde pliidi, mis on keskkonnale kahjulik. LPG on pliivaba ja seega keskkonnasäästlik.
6. Kui bensiin läbib kolvirõngaid, uhub see pealmise silindri pinnalt määrdekile minema. Kui määrdeainet on vähem, siis on kulumine suurem. Seega on bensiinimootori eluiga LPG-ga võrreldes lühem. LPG ei uhu määrdekilet minema ning seetõttu on ka LPG mootori eluiga 50% pikem. [13,14]

### **1.4 CNG autogaasi süsteem**

Lisaks LPG-le on veel teisi alternatiive, näiteks CNG ehk looduslik surugaas mis koosneb peamiselt metaanist. See on ka nii-öelda alternatiivne viis, tänu bensiinihindade tõusule oma, jooksvaid kulusid vähendada. Looduslik surugaas on tunduvalt odavam kui bensiin ja natuke odavam kui diisel.

Üks võimalus on CNG süsteem paigaldada automaatkastiga autole, milleks sobiks näiteks Honda City 1.5liitrise 116 hobujõulisel i-VTEC mootoriga. Mis oleks sellisele autole CNG süsteemis paigaldamise eelised ja puudused?

CarToqi ekspert Roshun Povaiah ütleb: „CNG ilmne eelis on loomulikult väiksemad jooksvad kulud (isegi pärast hinnatõusu). Puudused on City vähenenud võimsus ja juhitavus. Paigalduseks tuleb kindlasti leida mainekas autotöökoda. Mootor aga kulub rohkem. Seetõttu sõida kindlasti iga päev paar minutit algul bensiiniga, kuniks mootor soojeneb ja CNG-le ümber lülitud.“ [16]



**Joonis 1.** Automaatkastiga Honda City [16]

#### **1.4.1 Mõju jõudlusele**

CNG vähendab auto koguvõimsust umbes 15% võrra ja vähendab ka jõumomenti umbes samal määral. Automaatkäigukastiga auto nagu Honda City puhul võib see sõiduki jõudlust ebatavalisel moel mõjutada. Honda City 1,5-liitrisel bensiinimootoril on 116 hobujõudu võimsust ja 146 Nm jõumoment. CNG-ga sõites võib aga maksimumvõimsus langeda umbes 99 hobujõuni, mis on mõnevõrra väiksem kui Suzuki SX4 võimsus, kuid siiski rohkem kui tavalisel bensiinimootoriga Fiat Lineal. [15,16]

CarToqi ekspert Shreyans Jain ütleb: „Juhitavus väheneb tõesti natuke, kuid automaatkäigukastiga auto puhul ei ole see niivõrd probleem, sest ise ei pea käike nagunii vahetama“ [16]. Automaatkäigukasti puhul ei ole mõju juhitavusele eriti märkimisväärne, kuid käiguvahetuspöörded võivad muutuda ning sellega harjumine võib võtta natuke aega.

CarToqi ekspert Rishabh Nair aga ei soovita automaatkäigukastiga autot CNG jaoks ümber ehitada. „Ma ei soovita CNG süsteemi automaatkäigukastiga autole paigaldada. CNG-ga sõites kaotab auto märgatavalt võimsust. Samuti ei pruugi CNG sinu automaatkastiga sobida. Kuigi sa ei pea käike vahetama, ei pruugi auto ka käiku madalamaks vahetada, kui seda soovid.“ [16]

Shreyans nõustub, et CNG mõjutab töövõimet, kuid märgib samas: „Tean inimesi, kes on automaatkastiga Hyundai i10-le paigaldanud CNG süsteemi. Olen nendega ise sõita saanud ja ei ole täheldanud ühtki probleemi, kui sa just tõesti ei taha kuhugi kiiresti jõuda.“ [16]

#### **1.4.2 Mõju jooksvatele kuludele**

Kuna CNG mõjutab märgatavalt Honda City jooksvaid kulusid ning kuna tegemist on ka automaatkastiga siis lisaks on mugav sellega sõita, leiavad eksperdid, et CNG süsteemi paigaldamine sellele margile tuleks kasuks. Väikesed muutused toimuvad küll käiguvalikus, aga odavad ülalpidamiskulud ning kütusele kulunud raha kaaluvad selle üle. Bensiinikütusega sõites lubab tehas Hondal kütusekulu keskmiseks umbes 7.7liitrit 100km kohta, tuleks 1km hind umbes 0,1 eurot. Kui aga sõita CNG võiks arvutuste aluseks võtta 15km 1kg CNG-ga. See teeks siis praeguste hindade juures umbes 0,06senti km, mis on peaaegu poole odavam kui bensiiniga. [16,18]

### **1.5 Heitgaasid**

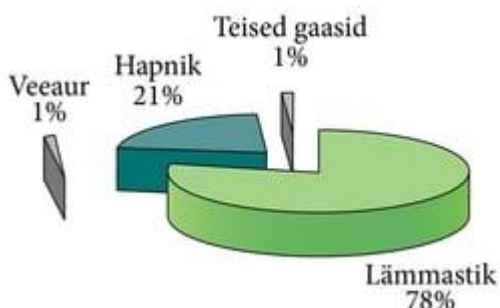
#### **1.5.1 Mootori tööst tingitud heitgaasid**

Tänapäeva saastennormid sisepõlemismootoritele on väga karmid, tänu sellele vajavad autod üha paremaid heitgaaside vähendusseadmeid. Näiteks USAs Californias, kus on registreeritud ligi 15 miljonit autot, on saastennormid niivõrd madalad, et kui see auto liiguks Eesti tänavatel, siis selle summutist tulev heitgaasis olevate kahjulike ainete kogus on väiksem kui õhus sisalduvate kahjulike ainete kogus, oleks tegemist n.ö „liikuvate õhupuhastajatega“ [1]

Kuid miks siis ikkagi korralikult töötav sisepõlemismootor kahjulikke heitgaase toodab? See tuleneb sellest, et bensiini- ja diiselmootorites on kasutusel erinevaid kütuseid, mis sisaldavad kõige enam süsivesinikke CH ning lisaks sellele erinevaid lisaaineid ja oktaanarvu tõstjaid. Õhuhapniku reageerimisel süsinikoksiidi (CO) ühenditega tekib veeaur ( $H_2O$ ) süsihappegaas (CO) või ka süsinikdioksiid. [1]

Tahtmatult tekib mootoris ebatäielikku põlemist. Selle tulemuseks auto mootorist väljuvad heitgaasid sisaldavad rohkem või vähem kahjulikke ühendeid. Ebatäieliku põlemise põhjuseid võib olla mitmeid. Kui kasutatakse rikkamaid kütusesegusid, siis see mõjutab põlemistemperatuuri, lisaks sellele mõjutab põlemist mootorisse siseneva õhu temperatuur. Näiteks kui auto võtab õhku kapoti alt, siis seal on temperatuur ligi kaks korda suurem kui väljas. See tähendab, et õhk on paisunud ning õhus olev hapniku kogus väiksem. Lisaks sellele mõjutavad heitgaase veel auto enda vead. [1]

Õhus on 21% hapnikku ( $O_2$ ), 78% lämmastikku (N) ja ülejäänud 1% moodustuvad muud gaasid. Selleks, et saada võimalikult vähe heitgaase ning kahjulikke põlemisjääke, peab küteseгу olema sisaldusega, et 1liitri bensiini kohta tuleks 9500 liitrit õhku. [1,2,3]



**Joonis 2.** Õhu koostis [2]

### 1.5.2 Heitgaasi komponendid

Heitgaasis olevaid komponente võib jagada kahjututeks ja kahjulikeks. Kahjututeks komponentideks nimetatakse süsinikdioksiidi  $CO$ , hapniku  $O_2$  lämmastikku  $N_2$  ning veeauru  $H_2O$ . Kahjulikud ained on vesinikuühendid  $HC$  (õli, kütus), vääveloksiid  $SO_2$ , lämmastikoksiidid  $NO$  ja  $NO_2$ , tahked osakesed (tahm, suits) ja süsinikmonooksiid  $CO$  (vingugaas) [4]

Heitgaasid sisaldavad alati hapniku, enamasti kasutatakse põlemise käigus suurem osa sellest ära. Kui seda ei juhtu, siis ei ole eelnevalt toimunud korralikku kütuse ja hapniku segunemist või oli tegu liiga lahja seguga. Kui toimub normaalne põlemine, peaks hapniku sisaldus

heitgaasides olema minimaalne, sest põlemise käigus kasutatakse suurem osa hapniku ära. Põlemisjäägid on veeaur ja süsinikdioksiid (CO<sub>2</sub>). Ajaga, mil heitgaasid jõuavad torustiku väljundini tõuseb CO<sub>2</sub> protsent 15%-16%-ni. Silindrites küttesegu põlemisel jääb CO<sub>2</sub> 14% lähedale. [1,4]

**Tabel 1.** Heitgaasi normid vastavalt auto tüübile [5]

Tabel 16

Mootori tüüp (esmakasutusele võtmise aeg)	Tühikäigul			Väntvõlli pöörlemissagedusel n 2000 min <sup>-1</sup>		
	CO	CH	λ	CO	CH	λ
kõik tüübid (enne 01.01.1973)	Ei piirata või peab vastama valmistaja piirväärtusele					
kõik tüübid (01.01.1973–31.12.1986)	4,5%	1000 ppm				
kõik tüübid (alates 01.01.1987)	3,5%	600 ppm				
veeldatud naftagaasil, maagaasil või katalüüsmuunduriga töötavad mootorid (alates 01.10.1998)	0,5%	300 ppm				
katalüüsmuunduriga ja λ-anduriga töötavad mootorid (olenemata esmakasutusele võtmise ajast)	0,5%	100 ppm	1±0,03	0,3%	100 ppm	1±0,03
kolmiskatalüüsmuunduriga ja λ-anduriga töötavad mootorid (alates 01.01.2004)	0,3%	100 ppm	1±0,03	0,2%	100 ppm	1±0,03

Autode CO<sub>2</sub> normid on kehtestatud vastavalt Keskkonnaministri käsule, vt tabel 2

### 1.5.3 Süsinikmonooksiidid (CO)

Vingugaasi tekkimise põhjus on küttesegu koostises, kui silindritesse tulevas segus on hapniku tase liiga madal, siis tekib ebatäielik põlemine ja summutist väljub vingugaas. Hapniku kogust võivad mõjutada mitmed tegurid olgu selleks kas valesse asendisse unustatud õhuklapp, kinni olev drosselklapp või siis ummistunud õhufilter. Kõige suurem CO kogus heitgaasides on küttesegu põlemise ajal. Kui tegemist on liiga rikka seguga tekib rohkem CO-d ning see mõjutab ka mootori tööga. Õhuga kokkupuutel reageerib CO üsna kiiresti ning selle tulemusena tekib CO<sub>2</sub>. Vingugaasi kahjulikkusest inimesele on palju räägitud. See alandab vere hapniku omandamisvõimet ning tänu sellele võib pikalt vingugaasis viibimine kahjustada inimest jäädavalt, lisaks sellele tekitab peavalu, iiveldust jne. [1,6]



#### 1.5.4 Vesinikuühendid (HC)

Tulenevalt eelnevalt räägitud vähesest hapnikukogusest mootoris siseneval põlemissegul, mõjutab see ka põlemata bensiini osakeste teket. Lisaks sellele mõjutab HC teket veel pihustite ummistus või rõhu vähenemine. Kütuseosakesed jäävad liiga suureks, ning nad ei põle täielikult ära. Peale selle veel hiline kütuse süütamine (ebakvaliteetsed küünlad, juhtmed jms), mis samuti jätab liiga vähe aega kütusesegu põlemiseks, mis omakorda tekitab nõ „lõhnavaid vesinikuühendeid“. Lämmastikdioksiidi koosmõjus vesinikuühenditega moodustab nõ sudu, mida on näha suurte linnade kohal. See on küll lõhnatu, kuid on narkootilise toimega ning ärritab organismi. [1]

#### 1.5.5 Lämmastikoksiidid (NO<sub>x</sub>)

Õhk koosneb ligi 70-st protsendist lämmastikust, mis normaaltingimustel hapnikuga ei reageeri. Mootori silindrites põlemisel tekkiv suur rõhk ja temperatuur tagavad keemilise reaktsiooni, mille tulemusel tekib NO ehk lämmastik monooksiid. Kui NO väljub mootori silindritest ning reageerib hapnikuga, tekib lämmastikdioksiid ehk NO<sub>2</sub>. Lämmastikoksiidi hulk sõltub suuresti põlemistemperatuurist. Kui tegu on normaalsemast rikkama kütteseguga, siis põlemistemperatuur suureneb ning NO omakorda suureneb “astemel kolm” korda. [1,7]

Tänapäeval on heitgaaside vähendamiseks välja mõeldud heitgaaside tagastussüsteem EGR (Exhaust gas recirculation). EGR töö põhimõte on lihtne, liikudes autoga maanteel ühtlase kiirusega juhitakse klapi abil osa heitgaase mootoris tagasi. Sellega halvendatakse küttesegu koostist ning tänu sellele põlemistemperatuur väheneb ning NO<sub>x</sub> gaasid vähenevad “kuubis” korda. NO<sub>x</sub> gaase suurtemates kogustes sisse hingates tekitavad mürgistust ning kahjustavad hingamiselundeid. Koos päikesega on see gaas üks põhilistest happevihmade ning sudu tekitajatest. Itaalias on täheldatud, et NO<sub>x</sub> gaaside suur kontsentratsioon õhus mõjutab ka meeste sperma kvaliteeti. [1,7]

### **1.5.6 Tahked osakesed**

Tahked osakesed on kütuse ja õli põlemise jäägid, mis tekivad halva põlemise tagajärjel. Põlemata osakesed on väiksed mustad kübemed. Linnapildis on neid näha musta suitsuna, mida suurel koormusel töötav auto eritab. Autol suurel koormusel töötades jääb õhku väheseks ning tänu sellele jääb väike osa kütust põletamata. Seda võib põhjustada ummistunud õhufilter, sensorid või kütuse rõhu regulaator. Tahketel osakestel on suur mõju hingamisteede haiguste tekkimisel. Lisaks sellele sisaldab mootorist väljuv must tahm veel süsivesinikku (HC), mis lõhnab üsna halvasti ning aitab kaasa sudu tekkimisele.

### **1.5.7 Kahjulike ühendite vähendamine**

Heitgaasides olevate kahjulike ühendite vähendamine ei ole lihtne. Tahkete osade vähendamiseks peaks muutma põlemisprotsessi paremaks, lisades sinna õhku. Kahjulike osakeste hulk väheneb ja samuti langeb ka kütusekulu. Kuid õhu lisamisega tekivad mõned probleemid. Turbokompressori ülesanne on tagada vastav hulk õhku silindritesse, kuid kui sealt tulev õhk on kuum ning ruumala suurem kui jahedal õhul tuleb seda jahutada, et mahutada võimalikult palju õhku silindritesse. Selleks et õhku jahutada kasutatakse vahejahutit, millest väljunud õhk on väiksema ruumalaga kui sisenenud. Lisaks sellele saaks tõsta ka põlemistemperatuuri, mis tõstaks mootori efektiivsust, kuid tekitaks rohkem süsivesinikke (HC). Kui aga viia põlemistemperatuur madalamale, väheneks küll lämmastikoksiidide hulk kuid põlemine oleks ebaefektiivne ning see suurendaks süsinikoksiidi emissiooni ning tahkete osade hulka heitgaasides. Tänu sellele ongi tänapäeva autotootjad hädas. Kui saadakse sõidukile hea ning madal kütusekulu, tuleb tahes-tahtmata lõivu maksta heitgaasinormide suurenemisele ja vastupidi. [1,8]

## 1.6 Esimene põlvkond

Esimese põlvkonna gaasiseade on kõige lihtsam ja parem viis paigaldamiseks vanale autole. Selle paigaldamine ei vaja eriti keerulist tehnikat ja on tehtav koduses garaažis. Autor paigaldab just selle põlvkonna seadme laborimootorile. Selle paigaldamiseks on vaja gaasiklappi, mis paikneb aurustil ning toiterežiimi valimiseks lülitit. Põhilised koosteelemendid on aurusti, kaitseklapp, gaasisegisti ja mehaaniline dosaator. Aurusteid võib olla kahte sorti, vaakumpõhimõttega või elektrooniline. Kuna elektrooniline aurusti on palju ohutum ja see vastab mootorsõidukitele kehtivatele nõuetele soovitatakse kasutada seda. Gaasi etteande kogust reguleeritakse mehaanilise dosaatori abil. Esimese põlvkonna seadmeid on soovitatav kasutada vaid mehaanilise sissepritse või karburaatoritega autodel. Seda ka vaid juhul kui vastav auto, millele gaasiseadet paigaldada ei ole varustatud katalüütilise neutralisaatoriga või hapnikuanduriga. [8,9]

### 1.6.1 Esimese põlvkonna gaasiseadme tööpõhimõtte kirjeldus



**Joonis 3.** Esimese põlvkonna gaasiseade [9]

Vedelgaas liigub auto tagaosas asuvast mahutist läbi gaasiklapi(2) kuni aurustini (1). Gaasklapp on avatud ainult siis, kui auto sõidab gaasiga. Selle klapiga reguleeritakse, kas sa sõita bensiini või gaasiga. Vedelgaasi rõhku vähendatakse ning see aurustatakse reductoris. Mootoris tekkinud vaakumi abis tõmmatakse aurustis olev vedelgaas läbi mikseri. (3) See on igal sõidukil samamoodi ning see paigaldatakse gaasisegu siibri peale. Selle ülesanne on tekitada võimalikult võrdne gaasi ja õhu segu. Lisaks paigaldatakse aurusti, reductor ja mikseri vahele rõhu registreerija (4) , koos reguleerimiskruviga on võimalik perfektselt sättida ja reguleerida gaasiseadme süsteemi. Kui auto sõidab bensiiniga on kütuseklapp (5) avatud ja kui auto sõidab

gaasiga on bensiinivool katkestatud. Kütuseklapp paigaldatakse mehaanilise bensiinipumba ja karburaatori vahele. Vastavalt juhi soovile saab ta salongis asuvast lülitist valida kas sõita gaasi või bensiiniga. [9,10]

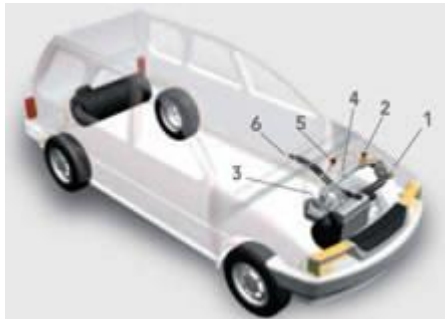
## **1.7 Teine põlvkond**

Teise põlvkonna gaasiseadmed on mõeldud autodele, millel on katalüütiline neutralisaator ja hapnikuandur. Selle erinevus esimese põlvkonna seadmetest seisneb gaasi etteande reguleerimises. Seal reguleerib gaasi etteandmist elektrooniline dosaator, mis saab oma signaali hapnikuandurilt. Elektroonika abil saab luua väga täpse gaasi etteande, vastavalt väljalaskegaaside koostisele ja mootori töörežiimile. See tagab mootori ökonoomse töö ning katalüsaatori pikaealisuse. Teise põlvkonna levinumaks lahenduseks on pihusti paigaldamine gaasivoolikule, aurusti ja segisti vahele. [9,10]

II põlvkonna seadmed ei ole ennast veel uuemate hargpřitsega autodel ära õigustanud, kuna seal esineb mootori töös häireid. Kõige suurem probleem on plastikust valmistatud sisselaskekollektor. Kui gaas seal plahvatab, võib puruneda õhupuhasti või kurvemal juhul sisselaskekollektor. Küll aga ei saa seda öelda monopritse süsteemiga autode kohta. Seal on teise põlvkonna gaasiseadmed end väga hästi ära õigustanud. Praegusel ajal on välja töötatud erinevate tööülesannetega emulaatoreid ning targemad dosaatori juhtarvutid, mis peaksid sellised häireid ära hoidma. Kuna erinevalt esimesest põlvkonnast on teises põlvkonnas rohkem elektroonikat ning selle hind võib erineda kuni kaks korda. Suuremas osas sõltub hind mootoritööd reguleerivatest signaalidest, mis on vaja gaasiseadme jaoks loetavaks teha, mis omakorda tagab gaasiseadme normaalse töö. [9,10]

### 1.7.1 Teise põlvkonna seadme tööpõhimõte

Tööpõhimõte on teoreetiliselt sama, mis esimese põlvkonna puhul. Vedelgaas liigub auto tagaosas asuvast mahutist läbi gaasiklapi(2) kuni aurustini (1). Gaasklapp on avatud ainult siis, kui auto sõidab gaasiga. Aurustamine toimub samuti reduktoris gaasi rõhku vähendades. Sealt edasi tõmmatakse vedelgaas läbi mikseri (3). Mikser paigaldatakse siibri peale, see laseb gaasil seguneda õhuga, et tekiks ideaalne gaasi ja õhu segu.



**Joonis 4.** Teise põlvkonna seadme skeem [9]

Mikseri ja aurusti reduktori vahele paigaldatud registreerija (4) koos reguleerimiskruviga võimaldab panna ideaalselt paika gaasiseadme süsteemi ja seda vastavalt oma auto vajadustele sättida. Erinevalt esimesest põlvkonnast katkestatakse nüüd bensiinivool pihusti muunduri (5) poolt, mis katkestab algse sissepritse või elektroonilise releega. Kütuse valikut saab teha mõlemal juhul salongist ning sealt on nähtav ka gaasikoguse tase. [9,10]

### 1.8 Kolmas põlvkond



**Joonis 5.** Kolmanda põlvkonna seadme tööpõhimõte [9]

Tihiti arvatakse, et kolmanda põlvkonna gaasiseade on sama, mis sissepritsesüsteem, kui tegelikult on siiski tegemist vahepealse variandiga. Kolmanda põlvkonna erinevus teisest põlvkonnast seisneb gaasisegu juhtimises põlemiskambrini. Teise põlvkonna seadmetes kasutab

ühthe segistit, kust juhatakse läbi gaasi ja õhu segu. See tähendas seda, et kogu sisselaskekollektor oli täidetud süttimisvalmis seguga. Kolmanda põlvkonna seadmega juhatakse gaas kohe sisselaskeklapi lähedusse. See lahendus kaotab ära tõrked mootori töös, mida tekitasid gaasisegu plahvatamisest sisselaskekollektoris.

## 1.9 Neljas põlvkond

### 1.9.1 Neljanda põlvkonna tööpõhimõte

Vedelgaasiklapist (2) liigub vedelgaas auristini (1), mis on avatud kui sõiduk liigub gaasiga. gaasi aurustumine toimub reduktoris, kus tema rõhk langeb. Sealt edasi liigub gaasilises olekus vedelgaas pihustitesse (3) ning sealt edasi sisselaskekollektoris. Regulaatori ülemine klamber koos kalibreerimisvedruga on ühendatud voolikuga sisselaskekollektori külge. vooliku abil on



**Joonis 6.** Neljanda põlvkonna skeem

Kummist kalibreeritud pihustiploki düüsid ühendatud sisselaskekollektori düüsidega, kust liigub vedelgaas mootorisse. Neljanda põlvkonna süsteem on välja töötatud katalüsaatoriga sõidukitele ja sellepärast on ka vajalik juhtplokk (5), mille abil kontrollitakse elektrilist sissepritset. Selle eesmärk on garanteerida ideaalse gaasisegu. See edastab gaasipritse töö aja ning signaali rõhu sensorile (6). Gaasiga sõitmise ajal on bensiini sissepritse katkestatud tänu juhtplokis asuva elektroonilisele seadmele. Sõitmiseks kasutatavat kütust saab valida salongis asuvast lülitist, kus kuvatakse ka gaasi tase paagis. [9,10]

## 1.10 Viies põlvkond

Tänapäeva autode kaasaegsetes mootorites pihustatakse kütus otse silindrisse. See tagab autotootjate sõnul madalamad väljalaskegaaside heitmed auto mootoris. Tavaliselt varustatakse otsepritse mootorid turboga üha tihemini parema võimsuse saavutamiseks nii turbo kui ka kompressoriga. VW grupi autodel esineb otsepritsesega mootoreid tähisega TSI või FSI, kuid otsepritsset leidub ka teistel autotootjatel. Viienda põlvkonna seade erineb neljandast põhiliselt elektroonika poolest, kuna mõlemal juhul puutuvad need kokku põlemiskambris toimuvaga ning asuvad plokikaanes, siis on väga vajalik nende jahutamine. Gaasiseadme kasutajale, et gaasiga sõites bensiini kulu on üsna väike 10-25%, oleneb muidugi auto mootorist, sõidustiilist ning -režiimist. Viies põlvkond on täiustatud Prins Autogaasisüsteemi seadmega millel nimeks Direct Liquid Max, mis kasutab gaasi pihustamiseks bensiini pihusteid. Gaasipaagis asuva astmelise gaasipumba ümberlülitumisel suletakse bensiini tagasivool ja see asendatakse gaasiga. Viienda põlvkonna seadmed tehakse kõik mudelipõhised ning müüakse täiskomplektiga koos ECE R115 sertifikaadi ning juhenditega. [9,11]

## **2. AUTOGAASISÜSTEEMI PAIGALDUS SAMM-SAMMULT**

Autogaasisüsteemi paigaldamisel on palju eeliseid. Seetõttu on see lahendus, mis on muutunud järjest populaarsemaks. Vedel- (LPG) või surugaasile (CNG) üleminek on sääst, mis võimaldab pikemas perspektiivis sõita palju odavamalt. Osade ja paigaldamise hind erineb riigiti, kuid üldiselt jääb see umbes 450 euro (500 dollari) piirsesse. Investeering võib end ära tasuda juba poole aasta pärast, olenevalt kui tihti autoga sõidetakse. Kuidas aga seda ökoloogilist ja ökonoomset süsteemi paigaldada? [12]

Enne LPG või CNG süsteemi paigaldamist soovitavad automehaanikud teha sõidukile põhjaliku diagnostilise ja tehnilise ülevaate. Eriti suurt tähelepanu nõuavad ajami- ja heitgaasisüsteemid. Rikete ilmnemisel on need võimalik turvaliselt enne autogaasisüsteemi paigaldamist kõrvaldada. Kui seda ei tehta, siis on üsna tõenäoline, et süsteem pole töökindel ja võib isegi kahjustuda. Samuti tuleks mees pidada, et enne ühe või teise süsteemi valimist peaks konsulteerima volitatud LPG või CNG paigaldusteenindusega. Nii saab vältida võimalikku segadust ja ajakadu. [12]

### **2.1 Põlvkond**

Esimene samm on sobiva gaasisüsteemi põlvkonna valik, mis oleneb peamiselt auto tüübist. [9,12]

### **2.2 Elektroonika**

Paigalduse peamine osa on elektroonika, mis on autogaasisüsteemi n-ö aju. Elemendi valik sõltub jõuallika keerukusest ja tüübist. Sobivaima elektroonilise juhtseadme (ECU) valimisel on kõige olulisem kütusepihusti tüüp (otsesissepritse või jaotatud sissepritse) ja silindrite arv mootoris. [12]

### **2.3 Reduktor**

Järgmine element on reduktor, mille peamine ülesanne (nagu nimigi ütleb) on vähendada rõhku kütusepaagis ja gaas aurustada. Reduktori valik sõltub ajami võimsusest. Sobiva elemendi valimiseks tuleb teada mootori võimsust. [12]



## **2.4 Kütusepihusti**

Üks oluline element autogaasisüsteemi paigaldusel on ka kütusepihusti. See aitab doseerida mootoris sobiva gaasihulga ning on töökorras mootori asendamatu osa. Kütusepihusti mõjutab terve süsteemi tõhusust ja LPG või CNG kulu. Sobivaima pihustitüübi valik oleneb mootori silindrite arvust, kuid ka konkreetse osa tõhususest. [12]

## **2.5 Tarvikud**

Oletame, et LPG või CNG süsteemi jaoks on vajalikud komplekti osad juba välja valitud. Nüüd tuleb ka silmas pidada, et terve süsteemi paigalduseks läheb tarvis veel teisi elemente. Nende hulka kuuluvad peamiselt kütusepaak, kütuselüliti, klapp (CNG jaoks) või multiklapp (LPG jaoks), aurusti filter ja kaugtäitmise seade. Neid elemente valitakse olenevalt komplekti ja auto tüübist. [9,12]

## **2.6 Kokkupanek**

Pärast kõikide seadmete välja valimist saab edasi liikuda paigaldamise juurde. Nagu sai eelnevalt mainitud, soovitatakse paigaldustööks alati valida professionaalid. Igale juhile ja kaasreisijale peab alati tagama turvalise sõidukeskkonna. Siiski on hea teada paari olulist tähelepanekut seadmete kokkupaneku kohta, et osata paigaldajat juhendada. Näiteks tuleb kõik elemendid paigaldada nii, et neile oleks hilisemate hooldustööde käigus kerge ligi pääseda. Samuti tuleb reductor paigaldada jahutusvedeliku paisupaagi alla ja kinnitada mootori stabiilsete osade külge. Paigaldatud autogaasisüsteem tuleb lõpuks veel reguleerida. Selleks kalibreeritakse reguleerija. Nii madalal kiirusel kui ka proovisõidul peaksid tulemused olema täpsed. Kui reductorit ja reguleerijat eelnevalt järele ei proovita, võib tulevikus LPG süsteemi töös esineda probleeme. [12]

## 2.6 Gaasiseadme paigaldamine GAZ 21 mootorile

Mootori andmed:

GAZ 21

Rida 4 2.5l bensiin

Võimsus: 71 kw

### 2.6.1 Vajalikud seadmed

Gaasiseadme paigaldamiseks on vajalik klapi nr 1 ja klapi nr 2 olemasolu. Klapist nr 1 juhitakse läbi bensiin, et ei toimuks pidevat peale jooksu. See klapp käib mehaanilise kütusepumba ning karburaatori vahele. Klapp number 2 on mõeldud vedelal kujul LPG gaasi jaoks, see mis paigaldatakse ballooni ja aurusti vahele. Klappide lahtiolekut reguleeritakse lülitist (vt. joonis 12). Kui üks klapp on avatud, peab teine klapp olema suletud.



**Joonis 7.** Gaasi- ja bensiiniklapp

Joonisel nr 8 on kujutatud aurustit, selle ülesanne on vedelgaas aurustada ning suunata edasi mootoris. Klapist nr 2 (joonis 7) liigub gaas edasi aurustisse vooliku nr 1 kaudu (joonis 8.) Kuna aurusti vajab töötamiseks sooja jahutusvedelikku, siis see lülitatakse sisse kui jahutusvedelik on saavutanud vastava temperatuuri. Jahutusvedelik liigub tagasivoolu lõdvikust voolikusse nr 2 (joonis 8) ning väljub voolikust nr 3 (joonis 8) ja liigub tagasi radiaatorisse.



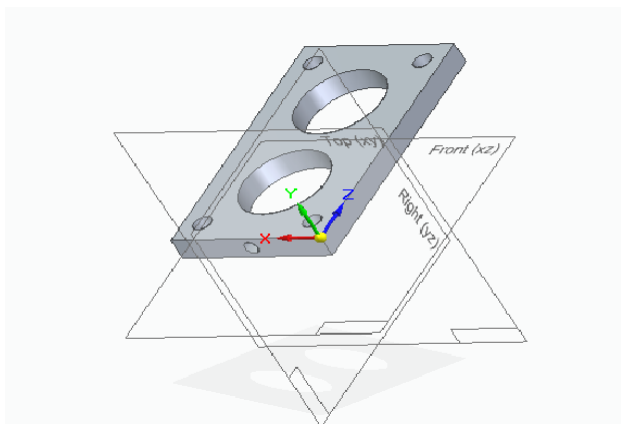
**Joonis 8.** Aurusti/segisti

Kuna aurustanud olekus gaas peab aurustist jõudma kollektorisse ning sellele mootoril vastavat valmidust ei olnud, siis tuli välja mõelda vastav tükk, kust gaas sisse juhtida. Jooniselt 9 on näha, kuidas must voolik siseneb vastava plaadi (Vt. joonis 10)0 august karburaatori ja kollektori vahele. Plaadi paigaldamiseks tuli vanad tikkpoldid asendada pikematega, et karburaator ja kollektor ning plaat kinnitada. Gaas siseneb augu kaudu nr (Vt. joonis 9) ning liigub sealt edasi silindritesse.



Aurustunud gaasi sisenemine

**Joonis 9.** Paigaldatud gaasiseadme plaat



**Joonis 10.** Gaasiseadme plaat 3D

Joonisel nr 11 on kujutatud täis jahutusvedeliku ring. Veepumbast nr 1 liigub jahutusvedelik läbi musta lõdviku ning kolmikust nr 2 edasi aurustisse. Aurustist läbikäiv jahutusvedeliku vool on pidev, aga gaas juhitakse sealt läbi alles pärast mootori soojenemist. Edasi liigub jahutusvedelik mööda kollast voolikut tagasi radiaatorisse, kust see jahutatakse ning läheb tagasi ringlusesse.



**Joonis 11.** Jahutusvedeliku ringlus

Kõige selle juhtimiseks paigaldasini bensiini- ja gaasiklapi vahele ühefaasilise 12V pealt töötav lüliti (joonis 12), kust saab reguleerida, kas sõita gaasi või bensiiniga. Keskmises asendis on mõlemad võimalused välja lülitatud.



**Joonis 12.** Gaasi ja bensiini lüliti

## KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli paigaldada LPG gaasiseade GAZ 21 mootorile, mis asub EMÜ mootorite laboris. Gaasiseade sai spetsialistide arvates paigaldatud üsna hästi ning loogiliselt. Kuid ballooni külge ühendades ning katsetades selgus, et aurusti lekib ja kuna gaas on inimestele ja keskkonnale ohtlik ning kergesti süttiv, siis tööle seda ei pandud. Lisaks selle oli aurusti üsna vana ning sellest võis olla ka tingitud eelmainitud probleem.

Lõputöö autorile andis antud teemaga tegelemine palju uusi teadmisi. Autor polnud enne lõputöö tegemist üldse kokku puutunud gaasiseadmetega ega nende paigaldamisega. Tänu läbitöötatud materjalile ning juhendajatelt saadud teadmistele sai autor üsna laialdased teoreetilised ning praktilised teadmised antud teema kohta.

Lisaks sellele tutvustab autor erinevaid LPG gaasiseadmete põlvkondi ning nende paigaldamist. Autor sai teada, et on olemas seadmeid mida saab igaüks koduses garaažis paigaldada ning seadmeid, mis pannakse tehases vastavalt auto margile. Töös on selgelt välja toodud, et pärast gaasiseadme paigaldamist vähenevad autodes heitgaasid ning kütusekulu. Töös on autor näitena välja toodud üsna levinud auto Honda City. Bensiinikütusega sõites lubab tehas Hondal kütusekulu keskmiseks umbes 7.7liitrit 100km kohta, tuleks 1km hind umbes 0,1 eurot. Kui aga sõita CNG võiks arvutuste aluseks võtta 15km 1kg CNG-ga. See teeks siis praeguste hindade juures umbes 0,06senti km, mis on peaaegu poole odavam kui bensiiniga.

Lisaks sõiduautodele hakkavad palju suured transpordifirmad üle minema gaasi mootoriga bussidele ning veoautodele. See vähendab küll mootorite äkilisust, kuid mõjub positiivselt jooksvatele kuludele ning keskkonnale.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Laki tänava tehnöülevaatus. Heitgaasidest. <http://www.maitene.ee/index.php/et/artiklid/ausalt-heitgaasidest> (27.03.2019)
2. Bosch gasolin engine management. [https://www.researchgate.net/publication/327733439\\_Gasoline\\_Engine\\_Management\\_Systems\\_and\\_Components](https://www.researchgate.net/publication/327733439_Gasoline_Engine_Management_Systems_and_Components) (27.03.2019)
3. Füüsika õpik. Õhu koostis. <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/section/4988> (27.03.2019)
4. Heitgaasid. <http://www.mereviki.vta.ee/mediawiki/index.php/Heitgaasid> (27.03.2019)
5. Riigi Teataja. Mootorsõiduki saasteainete piirväärtused. <https://www.riigiteataja.ee/akt/803291> (27.03.2019)
6. Vingugaas. Mõju tervisele. <https://digi.geenius.ee/sisuturundus/10-asja-mida-sa-vingugaasi-ja-andurite-kohta-kindlasti-teadma-peaksid/> (28.03.2019)
7. EGR klapp. [https://www.dieseln.net/tech/engine\\_egr.php](https://www.dieseln.net/tech/engine_egr.php) (28.03.2019)
8. Tartu Kutsehariduskeskus, Aleksander Andrejev, iseseisev töö. Turbokompressor. <https://www.slideshare.net/Ksandro/turbokompressor-iseseisev-t>
9. Gaasiseadmete põlvkonnad: <https://gaznet.ee/autogaasiseadmetest/bensiinimootoritele-2/> kasutatud: (24.10.2018)
10. Autogas system generations. <https://gazeo.com/automotive/technology/Autogas-system-generations,article,6486.html> (01.04.2019)
11. Direct LiquidMax süsteem. [https://www.prinsautogas.com/en/products/directliquimax\\_system/directliquimax\\_system.html](https://www.prinsautogas.com/en/products/directliquimax_system/directliquimax_system.html) (01.04.2019)
12. Süsteemi paigaldus. <https://www.digitronicgas.com/2017/05/autogas-installation-step-by-step/> (08.04.2019)
13. Bensiinimootor vs LPG. <https://www.quora.com/How-does-a-petrol-car-engine-work-using-LPG-instead-of-petrol> (08.04.2019)
14. LPG eelised. <https://www.alexela.ee/kutus/lpg> (08.04.2019)
15. LPG mootor. <https://www.elgas.com.au/blog/2207-how-does-an-lpg-engine-work> (08.04.2019)
16. CNG ülevaade <https://www.cartoq.com/community-speak-pros-and-cons-of-installing-a-cng-kit-in-a-petrol-automatic/> (08.04.2015)
17. Honda City. [https://en.wikipedia.org/wiki/Honda\\_City#Third\\_generation\\_\(1996%E2%80%932003\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Honda_City#Third_generation_(1996%E2%80%932003)) (08.04.2019)
18. Honda kütusekulu. <https://www.oneshift.com/new-cars/car-fuel-consumption/159/honda-city-1-5-vtec-a/> (08.04.2019)
19. Gaaskütuste võrdlus. <https://jetgas.ee/lng/lng/lng-ja-teised-gaaskutused> (08.04.2019)
20. <https://www.cartoq.com/the-best-hatchbacks-for-small-built-drivers/>
21. <http://www.martinogg.com/2010/11/owning-and-driving-an-lpg-modified-car/> omamine

## SUMMARY

The aim of this work was to install the gas unit on the GAZ 21 engine, located in the EMÜ engine laboratory. According to specialists, the gas unit was installed quite well and logically. However, when coupled to and tested on the balloon, it became clear that the evaporator is leaking and because the gas is dangerous to humans and the environment and easily flammable, it was not put to work. In addition, the evaporator was quite old and may have been caused by the above problem.

The author of the thesis gave a lot of new knowledge to deal with this topic. Before the graduation thesis, the author had not any contact with gas appliances or their installation. Thanks to the material elaborated and the instructors' knowledge, the author gained quite broad theoretical and practical knowledge of the subject.

In addition, the author introduces various generations of LPG gas appliances and their installation. The author found out that there are devices that can be installed in the home garage and equipment that is placed in the factory according to the car brand. It is clearly stated in the thesis that after installation of the gas appliance, exhaust gases and fuel consumption in cars are reduced. In his work, the author is an example of a fairly common car in Honda City. When driving on petrol, the Hondal plant will allow an average fuel consumption of around 7.7 liters per 100km, the cost of 1km should be around 0.1 euros. However, if the CNG ride could be based on 15km 1kg CNG. This would make about 0.06 cents a km at current prices, which is almost half cheaper than gasoline.

In addition to passenger cars, many large transport companies are going to switch over to gas-powered buses and trucks. This will reduce the suddenness of the engines, but will have a positive effect on running costs and the environment.



**LISAD**

Technical drawing of a rectangular plate with dimensions and features:

- Overall length: 1125 mm
- Overall width: 66.9 mm
- Distance between centers of large holes: 33.4 mm
- Distance from center of large holes to center of small holes: 8.9 mm
- Large holes: 2 holes, diameter  $\phi 37.5$
- Small holes: 4 holes, diameter  $\phi 7.8$
- Plate thickness: 12 mm

1. Joontleel k'ujjastleel k'entlar m'adromoh.  
 2. L'ig'at' digital, joontleel k'entlar m'adromoh.  
 3. P'ink'at'leel k'entlar m'adromoh.

## LISA 2. Õppeaine Autod ja traktorid labortöö üliõpilastele

### Ülesanne nr

**Teema:** Gaasiseade

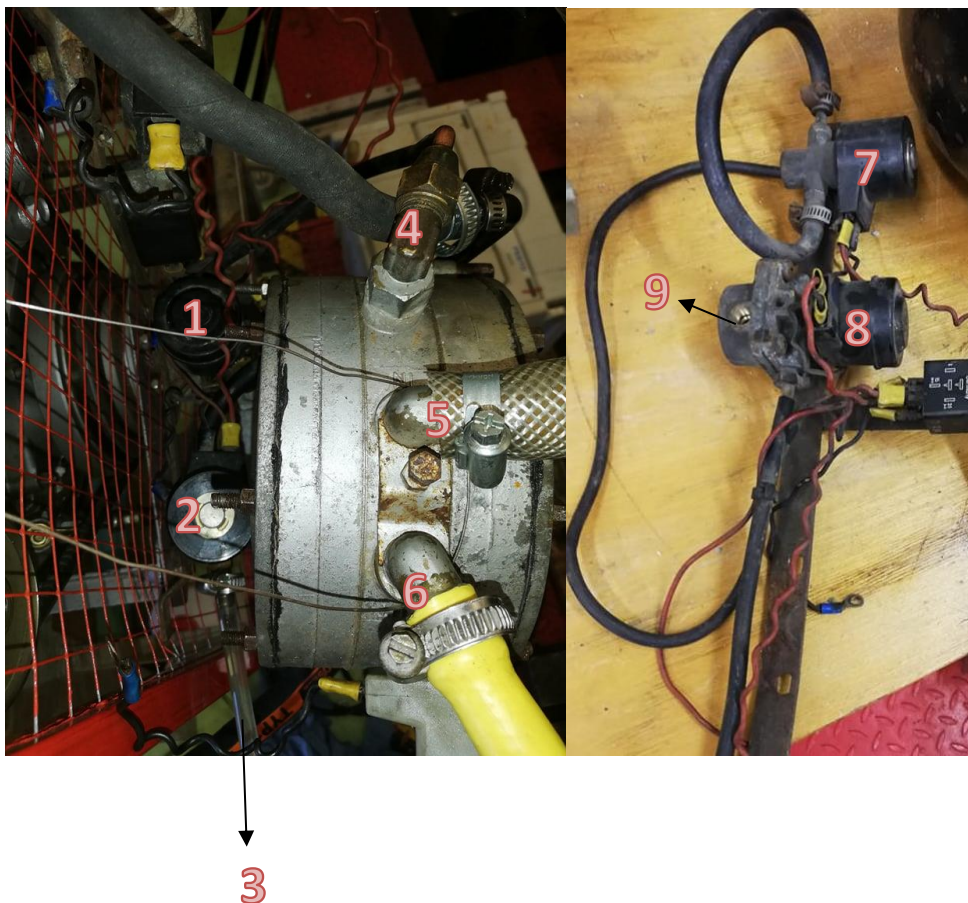
**Töö tegid:**.....

**Kuupäev:**.....

**Töö ülesanne:** Tutvuda LPG gaasiseadme ehitusega ning sinna juurde kuuluvaga, mõõta heitgaaside sisaldus mootoris, kui mootor töötab bensiiniga ning LPG gaasiga vastavalt 2500rpm juures. Analüüsi saadud tulemusi.

NB! Gaasi peale ei tohi enne lülitada, kui mootor on saavutanud oma töötemperatuuri ehk 90 kraadi.

**Gaasiseadme ehitus:** (märkida joonisel: kütuseklapp, gaasiklapp, vedelgaasi sissevool aurustisse, jahutusvedeliku sissevool, jahutusvedeliku väljavool, kütuse väljavool, vedelgaasi sissevool klappi )



1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....

**Heitgaaside mõõtetulemused:**

Bensiin CO.....

Bensiin CH.....

Gaas CO.....

Gaas CH.....

Järeldus:.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ARVESTATUD.....

Mina, Danno Nool,

sünniaeg 06.07.1996,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö  
„**GAASISEADME PAIGALDAMINE GAZ 21 MOOTORILE**“ mille juhendajad on Keio  
Küüt ja Arne Küüt,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja  
lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega  
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_ (allkiri)

Tartu, 30.05.2019

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_ (juhendaja nimi  
ja allkiri) (kuupäev)

\_\_\_\_\_ (juhendaja nimi  
ja allkiri) (kuupäev)